

"Express Mail" mailing label number EV 327 136 212 US

Date of Deposit 2/6/03

Our File No. 9281-4738  
Client Reference No. N US02194

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Application of: )  
Yutaka Yamamoto et al. )  
Serial No. To Be Assigned )  
Filing Date: Herewith )  
For: Magnetic Head Actuator And Method )  
For Manufacturing The Same )

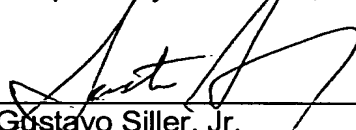
**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT**

Mail Stop Patent Application  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

Transmitted herewith is a certified copy of priority document Japanese Patent Application Nos. 2003-030258 filed on February 7, 2003 for the above-named U.S. application.

Respectfully submitted,



Gustavo Siller, Jr.  
Registration No. 32,305  
Attorney for Applicants  
Customer Number 00757

BRINKS HOFER GILSON & LIONE  
P.O. BOX 10395  
CHICAGO, ILLINOIS 60610  
(312) 321-4200

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年    2 月    7 日  
Date of Application:

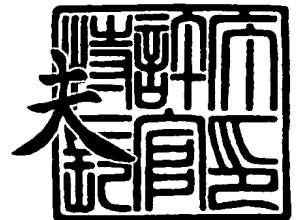
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 0 3 0 2 5 8  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 3 - 0 3 0 2 5 8 ]

出      願      人                      アルプス電気株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 3 年    8 月 1 4 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 6 6 0 2 2

【書類名】 特許願

【整理番号】 P5066

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G11B 21/21  
G11B 5/60

【発明の名称】 磁気ヘッドアクチュエータ及びその製造方法

【請求項の数】 25

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 アルプス電気株式会社  
社内

【氏名】 山本 豊

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 アルプス電気株式会社  
社内

【氏名】 村上 潤一

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 アルプス電気株式会社  
社内

【氏名】 澤入 弘也

【特許出願人】

【識別番号】 000010098

【氏名又は名称】 アルプス電気株式会社

【代理人】

【識別番号】 100083286

【弁理士】

【氏名又は名称】 三浦 邦夫

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001971

【納付金額】 21,000円

**【提出物件の目録】**

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0113245

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 磁気ヘッドアクチュエータ及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 磁気ヘッドを挟持する一对の可動アーム部を備えたヘッド保持基板と；このヘッド保持基板の各可動アーム部に沿って固定され、電圧が印加されると前記一对の可動アーム部を微動させる一对の圧電素子と；を有する磁気ヘッドアクチュエータにおいて、

前記ヘッド保持基板は、すべての面を焼成面としたガラスセラミック焼成体により形成されていることを特徴とする磁気ヘッドアクチュエータ。

【請求項 2】 請求項 1 記載の磁気ヘッドアクチュエータにおいて、前記ガラスセラミック焼成体は、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{B}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ のうち少なくとも 1 以上を組成中に含有して含んでいる磁気ヘッドアクチュエータ。

【請求項 3】 請求項 2 記載の磁気ヘッドアクチュエータにおいて、前記ガラスセラミック焼成体の機械的強度は、200MPa 以上である磁気ヘッドアクチュエータ。

【請求項 4】 請求項 3 記載の磁気ヘッドアクチュエータにおいて、前記ガラスセラミック焼成体は、 $\text{PbO}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3$ 系のガラスセラミック焼成体である磁気ヘッドアクチュエータ。

【請求項 5】 請求項 3 記載の磁気ヘッドアクチュエータにおいて、前記ガラスセラミック焼成体は、 $\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系のガラスセラミック焼成体である磁気ヘッドアクチュエータ。

【請求項 6】 請求項 3 記載の磁気ヘッドアクチュエータにおいて、前記ガラスセラミック焼成体は、 $\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{Al}_2\text{O}_3$ 系のガラスセラミック焼成体である磁気ヘッドアクチュエータ。

【請求項 7】 請求項 3 記載の磁気ヘッドアクチュエータにおいて、前記ガラスセラミック焼成体は、 $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系のガラスセラミック焼成体である磁気ヘッドアクチュエータ。

【請求項 8】 請求項 3 記載の磁気ヘッドアクチュエータにおいて、前記ガラスセラミック焼成体は、 $\text{Li}_2\text{O}-\text{SiO}_2-\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{A}$

$\text{Al}_2\text{O}_3$ 系のガラスセラミック焼成体である磁気ヘッドアクチュエータ。

【請求項 9】 請求項 3 記載の磁気ヘッドアクチュエータにおいて、前記ガラスセラミック焼成体は、ガラス質と、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ と、 $\text{CaZrO}_3$ とにより形成したガラスセラミック焼成体である磁気ヘッドアクチュエータ。

【請求項 10】 請求項 1 ないし 9 のいずれか一項に記載の磁気ヘッドアクチュエータにおいて、前記圧電素子は、印刷法により前記ヘッド保持基板に形成された後に、前記ガラスセラミック焼成体の焼成温度よりも低温で焼成されてなる磁気ヘッドアクチュエータ。

【請求項 11】 請求項 10 記載の磁気ヘッドアクチュエータにおいて、前記圧電素子は P Z T 圧電材料からなる磁気ヘッドアクチュエータ。

【請求項 12】 ガラスセラミック・グリーンシートを作製する工程と、  
このガラスセラミック・グリーンシートを所望の形状に加工する工程と、  
形状決めされたガラスセラミック・グリーンシートを無収縮焼成法により焼成し、すべての露出を焼成面としたガラスセラミック焼成体をヘッド保持基板として得る工程と、

前記ガラスセラミック焼成体の焼成温度よりも低温で焼成可能な圧電材料を用いて印刷法により、一対の圧電素子を前記ヘッド保持基板に形成する工程と、

前記一対の圧電素子を、前記ガラスセラミック焼成体の焼成温度よりも低温で焼成する工程と、

を有することを特徴とする磁気ヘッドアクチュエータの製造方法。

【請求項 13】 請求項 12 記載の磁気ヘッドアクチュエータの製造方法において、前記ガラスセラミック・グリーンシートを、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{B}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ のうち少なくとも 1 以上を組成中に含有するガラスセラミック粉末材料によって形成する磁気ヘッドアクチュエータの製造方法。

【請求項 14】 請求項 13 記載の磁気ヘッドアクチュエータの製造方法において、前記ヘッド保持基板となるガラスセラミック焼成体の機械的強度を 200 MPa 以上で形成する磁気ヘッドアクチュエータの製造方法。

【請求項 15】 請求項 14 記載の磁気ヘッドアクチュエータの製造方法において、前記ガラスセラミック・グリーンシートが、焼成工程によって、 $\text{PbO}$

— $B_2O_3$ — $SiO_2$ — $CaO$ — $Al_2O_3$ 系のガラスセラミック焼成体となる磁気ヘッドアクチュエータの製造方法。

【請求項 16】 請求項 14 記載の磁気ヘッドアクチュエータの製造方法において、前記ガラスセラミック・グリーンシートが、焼成工程によって、 $MgO$ — $Al_2O_3$ — $SiO_2$ — $B_2O_3$ — $SiO_2$ 系のガラスセラミック焼成体となる磁気ヘッドアクチュエータの製造方法。

【請求項 17】 請求項 14 記載の磁気ヘッドアクチュエータの製造方法において、前記ガラスセラミック・グリーンシートが、焼成工程によって、 $B_2O_3$ — $SiO_2$ — $Al_2O_3$ 系のガラスセラミック焼成体となる磁気ヘッドアクチュエータの製造方法。

【請求項 18】 請求項 14 記載の磁気ヘッドアクチュエータの製造方法において、前記ガラスセラミック・グリーンシートが、焼成工程によって、 $CaO$ — $Al_2O_3$ — $SiO_2$ 系のガラスセラミック焼成体となる磁気ヘッドアクチュエータの製造方法。

【請求項 19】 請求項 14 記載の磁気ヘッドアクチュエータの製造方法において、前記ガラスセラミック・グリーンシートが、焼成工程によって、 $Li_2O$ — $SiO_2$ — $MgO$ — $Al_2O_3$ — $SiO_2$ — $Al_2O_3$ 系のガラスセラミック焼成体となる磁気ヘッドアクチュエータの製造方法。

【請求項 20】 請求項 14 記載の磁気ヘッドアクチュエータの製造方法において、前記ガラスセラミック・グリーンシートが、焼成工程によって、ガラス質と、 $Al_2O_3$ と、 $CaZrO_3$ とを含有するガラスセラミック焼成体となる磁気ヘッドアクチュエータの製造方法。

【請求項 21】 請求項 12 ないし 20 のいずれか一項に記載の磁気ヘッドアクチュエータの製造方法において、前記圧電素子を PZT 圧電材料により形成する磁気ヘッドアクチュエータの製造方法。

【請求項 22】 請求項 12 ないし 21 のいずれか一項に記載の磁気ヘッドアクチュエータの製造方法において、前記ガラスセラミック・グリーンシートの形状加工工程では、レーザー加工により、形成すべきヘッド保持基板の形状を定める開口部を形成する磁気ヘッドアクチュエータの製造方法。

【請求項 23】 請求項 12 ないし 21 のいずれか一項に記載の磁気ヘッドアクチュエータの製造方法において、前記ガラスセラミック・グリーンシートの形状加工工程では、プレス加工により、形成すべきヘッド保持基板の形状を定める開口部を形成する磁気ヘッドアクチュエータの製造方法。

【請求項 24】 請求項 22 または 23 記載の磁気ヘッドアクチュエータの製造方法において、前記開口部により、ヘッド保持基板の固定端部と；この固定端部から延び、先端自由端部で磁気ヘッドを挟持する一対の可動アーム部と；を定める磁気ヘッドアクチュエータの製造方法。

【請求項 25】 請求項 12 ないし 24 のいずれか一項に記載の磁気ヘッドアクチュエータの製造方法において、単一のガラスセラミック焼成体によって多数のヘッド保持基板を同時に形成し、前記圧電材料を焼成する工程の前に、前記ガラスセラミック焼成体を切断して個々のヘッド保持基板に分割する工程を有する磁気ヘッドアクチュエータの製造方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の技術分野】

本発明は、磁気ヘッド位置の微調整に用いられる磁気ヘッドアクチュエータ及びその製造方法に関する。

##### 【0002】

##### 【従来技術及びその問題点】

近年のハードディスク装置では、更なる大容量化及び高記録密度化を実現すべく、狭トラック化が進められている。このため、トラック幅が微小になり、従来のようにボイスコイルモータのみによるサーボ制御方式では、磁気ヘッドの位置をトラックに対して正確に位置決めすることが難しくなってきた。そこで最近では、上記ボイルコイルモータとは別個のアクチュエータを磁気ヘッド（スライダ）に装着し、このアクチュエータによって、ボイルコイルモータで追従しきれない微細な位置決めを行なうものが種々開発されている。

##### 【0003】



このような磁気ヘッドアクチュエータとしては、例えば、磁気ヘッドを挟持する一対の可動アーム部を有するヘッド保持基板と、このヘッド保持基板の各可動アーム部に沿って固定され、電圧が印加されると一対の可動アーム部を微動させる一対の圧電素子とが備えられ、圧電材料である P Z T 自体で上記ヘッド保持基板及び圧電素子を構成するタイプと、ジルコニア等のセラミック材料で上記ヘッド保持基板を構成し P Z T 圧電材料で上記圧電素子を構成するタイプとが知られている。

#### 【0004】

ヘッド保持基板及び圧電素子の両方を P Z T 圧電材料で構成するタイプでは、低電圧駆動を実現するため、ヘッド保持基板を P Z T 圧電材料の積層体で形成することが望ましい。このようにヘッド保持基板を P Z T 積層体で形成する場合、P Z T 積層体内部に電極材料を設けて各層の導通をとる必要がある。しかしながら、従来では、P Z T 圧電材料と内部電極材料の密着強度が弱く、P Z T 圧電材料の一層あたりの厚さが薄くなるにしたがって積層体の機械強度が低下してしまう。また、P Z T 圧電材料自体が脆弱な材料（機械的強度が弱い材料）であるため、通常の使用状態であっても基板や素子自体に欠けやクラックが発生しやすく、長時間動作させた場合には P Z T 粉の脱粒が起きてしまう。特に、基板の切断面若しくは研削面から脱粒が起きやすかった。P Z T 圧電材料の脱粒を防止する対策としては、例えば特開2002-74871号公報に開示されているように、フッ素系コーティング剤で基板全体を覆う技術が知られているが、個々の基板にコーティングを施すのは手間がかかり好ましくない。

#### 【0005】

一方、セラミック材料によりヘッド保持基板を構成するタイプでは、ジルコニアに代表されるようにセラミック材料の焼成温度が約 1500℃程度と高温であるため、焼成時にヘッド保持基板が変形してしまい、設計通りの寸法精度を確保する技術が困難であった。このため、実現には至っていないのが現状である。

#### 【0006】

##### 【発明の目的】

本発明は、脱粒を防止でき、十分な機械的強度を備えた磁気ヘッドアクチュエ

ータ及びその製造方法を提供することを目的とする。

#### 【0007】

##### 【発明の概要】

本発明は、ヘッド保持基板の構成材料として、低温で焼成可能であること、無収縮焼成が一般的に行なわれていること、及びグリーンシート状態での微細加工が可能であることから、ガラスセラミック材料に着眼したものである。ここで、ガラスセラミック材料とは、ガラス質とセラミック材料との混合物である。

#### 【0008】

すなわち、本発明は、磁気ヘッドを挟持する一对の可動アーム部を備えたヘッド保持基板と；このヘッド保持基板の各可動アーム部に沿って固定され、電圧が印加されると一对の可動アーム部を微動させる一对の圧電素子と；を有する磁気ヘッドアクチュエータにおいて、上記ヘッド保持基板が、すべての面を焼成面としたガラスセラミック焼成体により形成されていることを特徴としている。

#### 【0009】

ガラスセラミック焼成体は、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{B}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ のうち少なくとも1以上を組成中に含有していることが好ましい。 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{B}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ のうち少なくとも1以上を組成中に含有していれば、200MPa以上の機械的強度を有するガラスセラミック焼成体を形成することができる。この200MPa以上の機械的強度が得られるガラスセラミック焼成体の具体的な組成には、例えば、 $\text{PbO}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3$ 系のガラスセラミック焼成体、 $\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系のガラスセラミック焼成体、 $\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{Al}_2\text{O}_3$ 系のガラスセラミック焼成体、 $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系のガラスセラミック焼成体、 $\text{Li}_2\text{O}-\text{SiO}_2-\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{Al}_2\text{O}_3$ 系のガラスセラミック焼成体、及びガラス質と、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ と、 $\text{CaZrO}_3$ とからなるガラスセラミック焼成体などがある。このように十分な機械的強度が与えられ、且つ、すべての面を焼成面としたガラスセラミック焼成体をヘッド保持基板とすれば、基板自体の欠けやクラックが生じにくく、また、基板からの脱粒を良好に防止することが可能である。

#### 【0010】

圧電素子は、印刷法によりヘッド保持基板に形成された後に、ガラスセラミック焼成体の焼成温度よりも低温で焼成されてなることが好ましい。このように圧電素子を低温焼成して設ければ、圧電素子からの脱粒を防止することができ、ヘッド保持基板となるガラスセラミック焼成体の機械的強度が劣化することもない。この圧電素子は、ガラスセラミック焼成体の焼成温度よりも低温で焼成可能な圧電材料、例えば P Z T 圧電材料から形成することが好ましい。

#### 【0011】

本発明は、製造方法の態様によれば、ガラスセラミック・グリーンシートを製作する工程と、このガラスセラミック・グリーンシートを所望の形状に加工する工程と、形状決めされたガラスセラミック・グリーンシートを無収縮焼成法により焼成し、すべての露出面を焼成面としたガラスセラミック焼成体をヘッド保持基板として得る工程と、前記ガラスセラミック焼成体の焼成温度よりも低温で焼成可能な圧電材料を用いて、印刷法により、一对の圧電素子を前記ヘッド保持基板に形成する工程と、前記一对の圧電素子を、前記ガラスセラミック焼成体の焼成温度よりも低温で焼成する工程とを有することを特徴としている。

#### 【0012】

ガラスセラミック・グリーンシートは、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{B}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ のうち少なくとも1以上を組成中に含有するガラスセラミック粉末材料によって作製することが好ましい。上記  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{B}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ のうち少なくとも1以上を組成中に含有させれば、200 MPa 以上の機械的強度を備えたガラスセラミック焼成体を形成することが可能である。

#### 【0013】

200 MPa 以上の機械的強度が得られる組成で形成されたガラスセラミック焼成体としては、具体的に例えば、 $\text{PbO}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3$ 系のガラスセラミック焼成体、 $\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系のガラスセラミック焼成体、 $\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{Al}_2\text{O}_3$ 系のガラスセラミック焼成体、 $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系のガラスセラミック焼成体  $\text{Li}_2\text{O}-\text{SiO}_2-\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{Al}_2\text{O}_3$ 系のガラスセラミック焼成体、及びガラス質と、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ と、 $\text{CaZrO}_3$ とからなるガラスセラミック焼成体な

どがある。

#### 【0014】

圧電素子を形成する圧電材料には、例えば、ガラスセラミック焼成体の焼成温度よりも低温で焼成可能な P Z T 圧電材料を用いることが好ましい。例えば、ガラスセラミック焼成体の焼成温度が 900℃程度であれば、850℃程度で焼成可能な P Z T 圧電材料を用いる。

#### 【0015】

ガラスセラミック・グリーンシートの形状加工工程では、レーザー加工又はプレス加工により、形成すべきヘッド保持基板の形状を定める開口部を形成することが好ましい。上記開口部は、具体的に例えば、ヘッド保持基板の固定端部と；この固定端部から延び、先端自由端部で磁気ヘッドを挟持する一対の可動アーム部と；を規定するように設けられる。このようなレーザー加工又はプレス加工を用いれば、微細な形状加工を施すことが可能である。

#### 【0016】

以上の製造方法では、製造効率を上げるため、単一（1枚）のガラスセラミック焼成体によって多数のヘッド保持基板を同時に形成し、圧電素子を焼成する工程の前に、ガラスセラミック焼成体を切断して個々のヘッド保持基板に分割する工程を有することが好ましい。このようにヘッド保持基板の切断後に圧電素子の焼成工程を行なえば、圧電素子と同時に、ヘッド保持基板の切断面も焼成されるので、ヘッド保持基板の露出面をすべて焼成面とすることができる。これにより、ヘッド保持基板及び圧電素子からの脱粒を防止することが可能である。

#### 【0017】

##### 【発明の実施の形態】

図1は、本発明による磁気ヘッドアクチュエータ30を備えたハードディスク装置の全体構造を示している。回転軸11を中心に回転駆動されるハードディスク（磁気ディスク）12の外には、スイングアーム（ロードビーム、ジンバルばね）20の基部が粗動回転軸13を中心に往復揺動自在に支持されている。スイングアーム20は、空間 $\gamma$ をあけて形成された舌部20aを先端部に有しており、この舌部20a上に、磁気ヘッド（スライダ、フレキシヤ）21が設けられて

いる。このスイングアーム 20 には、舌部 20a で磁気ヘッド 21 を柔軟に支えるような弾性が備えられている。アクチュエータ 14 によってスイングアーム 20 が粗動回転軸 13 を中心に往復揺動すると、磁気ヘッド 21 がハードディスク 12 の略半径方向に往復移動する。

#### 【0018】

上記スイングアーム 20 の舌部 20a には、さらに、磁気ヘッド 21 の位置微調整手段として、本発明による磁気ヘッドアクチュエータ 30 が設けられている。磁気ヘッドアクチュエータ 30 は、図 2 及び図 3 に拡大して示すように、スイングアーム 20 の舌部 20a に接着される固定部 31A と、固定部 31A の両側端から垂直方向（粗動回転軸 13 と磁気ヘッド 21 を結ぶ直線方向）に平行に延びた一对の可動アーム部 31B とを有するヘッド保持基板 31 を備え、一对の可動アーム部 31B の先端自由端部によって磁気ヘッド 21 を挟持している。

#### 【0019】

ヘッド保持基板 31 は、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{B}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  のうち少なくとも 1 以上を組成中に含有するガラスセラミック焼成体により形成されており、約 200 MPa（パスカル）以上の機械的強度を備えている。ヘッド保持基板 31 には、一对の可動アーム部 31B の側面に沿わせて、互いに極性を逆にした一对の圧電素子 32 が平行に固定されている。この圧電素子 32 は、駆動電圧が印加されると、粗動回転軸 13 と磁気ヘッド 21 を結ぶ直線と平行な方向の長さ L が一方は伸び、他方は縮むように、分極方向が設定されている。本実施形態の圧電素子 32 は、ヘッド保持基板 31 を構成するガラスセラミック焼成体の焼成温度よりも低温で焼成可能な PZT 圧電材料を、ヘッド保持基板 31 に印刷した後に低温焼成することで形成される。図 2 では、理解を容易にするため、圧電素子 32 を黒く塗りつぶし、スイングアーム 20 にハッチングを付してある。

#### 【0020】

ヘッド保持基板 31 に結合された一对の圧電素子 32 は、その一方が伸び他方が縮むと、一对の可動アーム部 31B（磁気ヘッド 21）を、粗動回転軸 13 を中心とする円弧方向に微動させる。この微動のオーダーは、現在の技術レベルでは、例えば、各圧電素子 32 に  $0.3\ \mu\text{m}$  の伸縮が生じたとき、磁気ヘッド 21

に粗動回転軸 13 を中心とする円弧方向へ  $1\ \mu\text{m}$  前後の微動が生じる程度である。

#### 【0021】

ヘッド保持基板 31 の表面（上面）には、磁気ヘッド導通接続用の配線 33（図示例では左右 2 本ずつ）と圧電素子導通接続用の配線 35（図示例では左右 2 本ずつ）が印刷されている。配線 33 は、その一端部が一对の可動アーム部 31B の先端自由端部にて磁気ヘッド 21 に接続され、他端部が固定部 31A の端面にてフレキシブル配線基板 40 に接続される。配線 35 は、その一端部が一对の圧電素子 32 の表面（又は裏面）に対して電氣的に接続され、他端部が固定部 31A の端面にてフレキシブル配線基板 40 に接続される。本実施形態では、配線 33 の一端部と磁気ヘッド 21 をワイヤー 34 によるワイヤーボンディングで接続し、配線 33、35 の他端部とフレキシブル配線基板 40 をそれぞれボールボンディングで接続してある。

#### 【0022】

フレキシブル配線基板 40 には、磁気ヘッド 21 のトレースライン 41 と、圧電素子 32 への給電ライン 42 とが設けられている。トレースライン 41 は、一端部がヘッド保持基板 31 上の配線 33 を介して磁気ヘッド 21 に接続され、他端部が記録再生装置 15 に接続されており、給電ライン 42 は、一端部がヘッド保持基板 31 上の配線 35 を介して圧電素子 32 に接続され、他端部が制御回路 16 に接続されている。制御回路 16 は、上記アクチュエータ 14、磁気ヘッド 21 及び記録再生回路 15 にも接続されていて、ハードディスク装置全体の制御手段として機能する。すなわち、制御回路 16 は、磁気ヘッド 21 と記録再生回路 15 との間で記録（再生）情報信号を授受させると共に、磁気ヘッド 21 がハードディスク 12 から受けたトラッキング信号に基づきアクチュエータ 14 及び磁気ヘッドアクチュエータ 30（圧電素子 32）を駆動制御してスイングアーム 20 及び磁気ヘッド 21 を正しいトラック位置に制御する。

#### 【0023】

以上のような全体構成のハードディスク装置に備えられる、本磁気ヘッドアクチュエータ 30 は、ヘッド保持基板 31 がガラスセラミック焼成体で形成されて

いること、圧電素子 32 が低温焼成可能な圧電材料からなること、及び圧電素子 32 が印刷焼成により形成されていることに特徴を有している。

#### 【0024】

以下では、図4～図6を参照し、図3に示す磁気ヘッドアクチュエータ30の製造方法の一実施形態について説明する。

#### 【0025】

先ず、ガラスセラミック粉末材料を有機バインダや溶媒と混合し、図4に示すような薄いシート状の成形体（ガラスセラミック・グリーンシート31''）を作製する。このガラスセラミック・グリーンシート31''は、焼成した後の厚さが、約0.25mm程度になるような厚さで形成しておく。

#### 【0026】

上記ガラスセラミック・グリーンシート31''は、焼成後に200MPa以上の機械的強度が得られるように、SiO<sub>2</sub>、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>のうち少なくとも1以上を組成中に含むガラスセラミック材料により形成されていることが好ましい。ガラスセラミック・グリーンシート31''（ガラスセラミック焼成体31'）の具体的な組成例を表1にそれぞれ示す。

#### 【0027】

##### 【表1】

例1: PbO+B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+SiO<sub>2</sub>+CaO+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

例2: MgO+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+SiO<sub>2</sub>+B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+SiO<sub>2</sub>

例3: B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+SiO<sub>2</sub>+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

例4: CaO+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+SiO<sub>2</sub>

例5: B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+SiO<sub>2</sub>+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+2MgO・SiO<sub>2</sub>

例6: Li<sub>2</sub>O+SiO<sub>2</sub>+MgO+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+SiO<sub>2</sub>+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

例7: Glass+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+CaZrO<sub>3</sub>

#### 【0028】

次に、図5に示すように、ガラスセラミック・グリーンシート31''を所望の形状に加工する。具体的には、レーザー加工またはプレス加工により、形成すべきヘッド保持基板の形状を定める開口部αをガラスセラミック・グリーンシート

31''に形成する。この際、特にレーザー加工を用いれば、微細な形状加工を施すことができ、開口部形状を高精度に定めることが可能である。本実施形態では、単一（1枚）のガラスセラミック・グリーンシート31''から多数の磁気ヘッドアクチュエータを作製するため、上記開口部 $\alpha$ を図5に示すように多数形成する。

#### 【0029】

続いて、形状決めされたガラスセラミック・グリーンシート31''を、いわゆる無収縮焼成法により焼成する。このときの焼成温度は約900℃程度とする。無収縮焼成法は、周知のように、ガラスセラミック・グリーンシート31''を縦方向及び横方向に収縮させずに焼成する方法である。この焼成工程により、ガラスセラミック・グリーンシート31''は、すべての露出面（表面、裏面及び側面）を焼成面としたガラスセラミック焼成体31'となる。このガラスセラミック焼成体31'は、磁気ヘッドを挟持するための一对の可動アーム部31Bと、該一对の可動アーム部31Bを両側端に備えた固定部31Aとを有するヘッド保持基板31を多数備えている。

#### 【0030】

上記焼成工程を行なったら、図6に示すように、ガラスセラミック焼成体31'からなる各ヘッド保持基板31の両側面31sに、互いが平行をなして配置される一对の圧電素子32を印刷法により形成する。各圧電素子32は、焼成後の厚さが約10～40 $\mu$ m程度になるような厚さで形成する。本実施形態では、一对の圧電素子32の極性を互いに逆にして、該一对の圧電素子32に駆動電圧を印加したとき、一方は伸び、他方は縮むように分極方向を設定する。この圧電素子32は、ガラスセラミック焼成体31'の焼成温度よりも低温で焼成可能な圧電材料で形成することが好ましい。具体的には、焼成温度が850℃程度であるPZT圧電材料を用いるとよい。

#### 【0031】

続いて、図6に示す切断線A-Aでヘッド保持基板31（ガラスセラミック焼成体31'）を切断し、個々の磁気ヘッドアクチュエータ30'に分割する。この分割直後の磁気ヘッドアクチュエータ30'では、図7に示すように、ヘッド保



持基板 31 の 2 つの露出面（ガラスセラミック焼成体 31' の両端面は除く）が切断面  $\beta$  となっている。図 7 では、切断面  $\beta$  にハッチングを付してある。

#### 【0032】

そして、分割された個々の磁気ヘッドアクチュエータ 30' を低温焼成する。すなわち、一对の圧電素子 32 を焼成すると同時に、ヘッド保持基板 31 の切断面  $\beta$  も焼成する。ここで、ヘッド保持基板 31 は、上述したように 900℃程度で焼成されたガラスセラミック焼成体 31' である。ガラスセラミック焼成体は一般的に、再加熱することで、その強度が劣化する傾向にある。よって、ヘッド保持基板 31 の強度劣化を抑えるためには、ガラスセラミック焼成体の焼成温度よりもできるだけ低温で圧電素子 32 を焼成することが好ましい。本実施形態では、圧電素子 32 の焼成温度を 850℃程度としてある。この 2 回目の焼成工程により、ヘッド保持基板 31 の切断面  $\beta$  を含む露出面はすべて、焼成面となる。

#### 【0033】

上記焼成工程が終わったら、ヘッド保持基板 31 の表面（上面）に、磁気ヘッド 21 とフレキシブル配線基板 40 のトレースライン 41 とを接続するための配線 33（本実施形態では 4 本）と、一对の圧電素子 32 とフレキシブル配線基板 40 の給電ライン 42 とを接続するための配線 35（本実施形態では 4 本）を、印刷法により形成する。配線 35 の一端部は、一对の圧電素子 32 の表面または裏面に対して電氣的に接続して形成される。

#### 【0034】

以上により、図 3 に示す磁気ヘッドアクチュエータ 30 が完成する。

完成後の磁気ヘッドアクチュエータ 30 は、一对の可動アーム部 31B の先端自由端部に磁気ヘッド 21 が固着された後、固定部 31A を介してスイングアーム 20 の舌部 20a に接着される。さらに、磁気ヘッド 21 とヘッド保持基板 31 上の配線 33 の一端部とがワイヤーボンディングによって接続され、配線 33 の他端部とフレキシブル配線基板 40 のトレースライン 41 とがボールボンディングによって接続され、配線 35 の他端部とフレキシブル配線基板 40 の給電ライン 42 とがボールボンディングによって接続される。これにより、図 1 に示すようなハードディスク装置に装着された状態となる。

## 【0035】

以上の本実施形態によれば、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{B}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ のうち少なくとも1以上を組成中に含有するガラスセラミック焼成体によりヘッド保持基板31を形成するので、ヘッド保持基板31の露出面はすべて焼成面となり、さらにヘッド保持基板31には200MPa以上の機械的強度が備わる。これにより、基板自体の欠けやクラック発生が少なくなり、磁気ヘッドアクチュエータ30を長時間に渡って動作させた場合であってもヘッド保持基板31からの脱粒が防止される。また本実施形態では、一対の圧電素子32を印刷法により形成するので、ヘッド保持基板31の狭い範囲に一対の圧電素子32を配置できる。さらに本実施形態では、印刷形成された一対の圧電素子32を低温焼成するので、一対の圧電素子32からの脱粒を防止することができる。このようにヘッド保持基板31及び一対の圧電素子32からの脱粒がなくなれば、該脱粒が起因するハードディスク装置の動作不良がなくなり、同ハードディスク装置の信頼性向上に貢献できる。

## 【0036】

本実施形態では、ヘッド保持基板31となるガラスセラミック焼成体31'を形成する際に、ガラスセラミック・グリーンシート31''を用いるので、レーザー加工またはプレス加工によりヘッド保持基板31の形状及び寸法を高精細に規定することが容易である。さらに本実施形態では、形状決めされたガラスセラミック・グリーンシート31''を無収縮焼成法により焼成させるので、焼成によって得られるガラスセラミック焼成体31'の形状及び寸法（厚さ方向除く）が変わることなく、設計通りのヘッド保持基板31を容易に得ることが可能である。

## 【0037】

なお、図3に示す磁気ヘッドアクチュエータ30を形成する際には、例えば金型などを用いて所望形状のガラスセラミック焼成体50（図8）を形成する押出成形法を用いることも考えられるが、個々の磁気ヘッドアクチュエータに分割するために切断工程が必要であり、切断面からの脱粒を防止することができない。これに対し、本実施形態のようにガラスセラミック・グリーンシート31''を用いれば、2回の焼成工程によりヘッド保持基板31及び一対の圧電素子32の露出面はすべて焼成面となるので、脱粒を確実に防止することが可能である。

## 【0038】

以上、図示実施形態に基づいて本発明を説明したが、本発明はその範囲を逸脱しない限りにおいて変更可能であり、図示実施形態に限定されるものではない。

## 【0039】

## 【発明の効果】

本発明によれば、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{B}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ のうち少なくとも1以上を組成中に含有するガラスセラミック焼成体によりヘッド保持基板を形成したので、ヘッド保持基板に十分な機械的強度が与えられて基板自体の欠けやクラック発生が少なくなると共に、長時間動作させても基板からの脱粒を防止することが可能である。また本発明によれば、一对の圧電素子を印刷形成した後に焼成して設けたので、圧電材料からの脱粒も確実に防止することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図1】

本発明の磁気ヘッドアクチュエータを有するハードディスク装置全体の平面図である。

## 【図2】

図1の磁気ヘッドアクチュエータ周辺部を示す拡大平面図である。

## 【図3】

図1の磁気ヘッドアクチュエータ単体の斜視図である。

## 【図4】

図3に示す磁気ヘッドアクチュエータの製造方法の一工程を示す斜視図である。

## 【図5】

図4に示す工程の次工程を示す斜視図である。

## 【図6】

図5に示す工程の次工程を示す斜視図である。

## 【図7】

図6に示す工程の次工程を示す斜視図である。

## 【図 8】

押出成形法を用いて形成したガラスセラミック焼成体の一例を示す斜視図である。

## 【符号の説明】

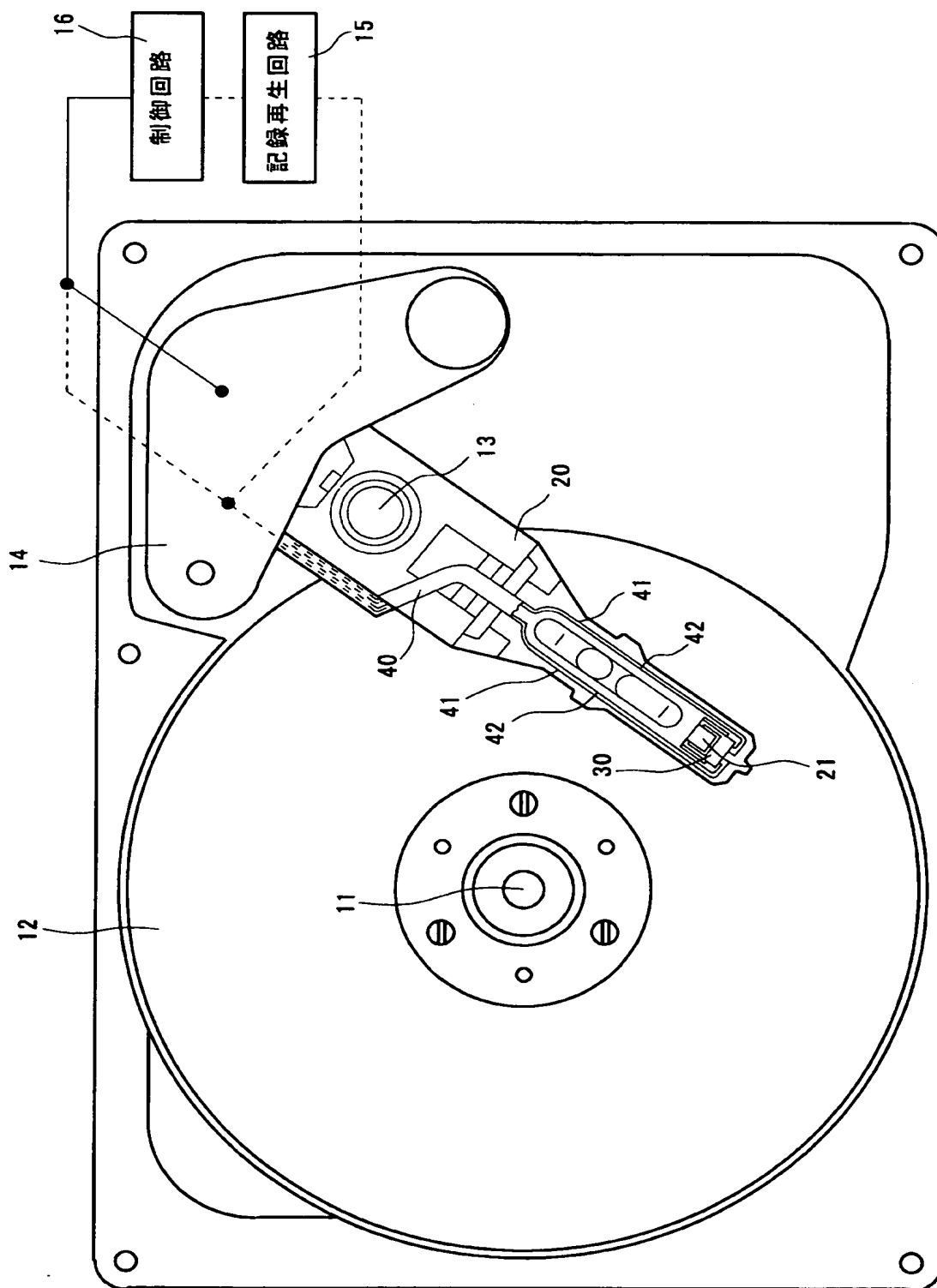
- 1 1 回転軸
- 1 2 ハードディスク (磁気ディスク)
- 1 3 粗動回転軸
- 1 4 アクチュエータ
- 1 5 記録再生装置
- 1 6 制御回路
- 2 0 スイングアーム (ロードビーム、ジンバルばね)
- 2 0 a 舌部
- 2 1 磁気ヘッド (スライダ、フレキシャ)
- 3 0 磁気ヘッドアクチュエータ
- 3 1 ヘッド保持基板
- 3 1 A 固定部
- 3 1 B 可動アーム部
- 3 1 s 側面
- 3 1' ガラスセラミック焼成体
- 3 1'' ガラスセラミック・グリーンシート
- 3 2 圧電素子
- 3 3 配線
- 3 4 ワイヤー
- 3 5 配線
- 4 0 フレキシブル配線基板
- 4 1 トレースライン
- 4 2 給電ライン
- $\alpha$  開口部

$\beta$  切断面

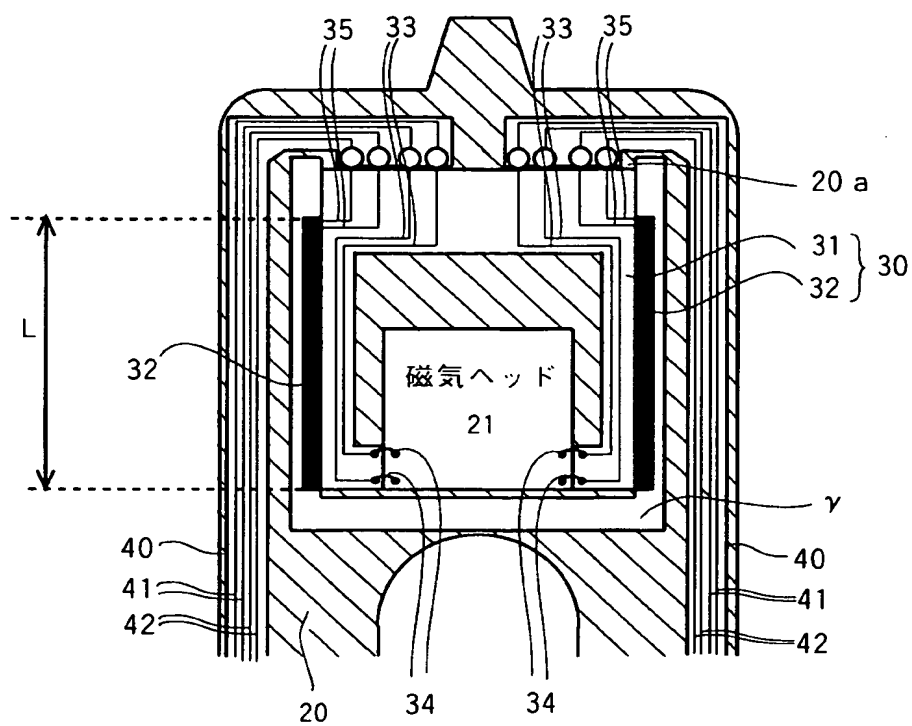
$\gamma$  空間

【書類名】 図面

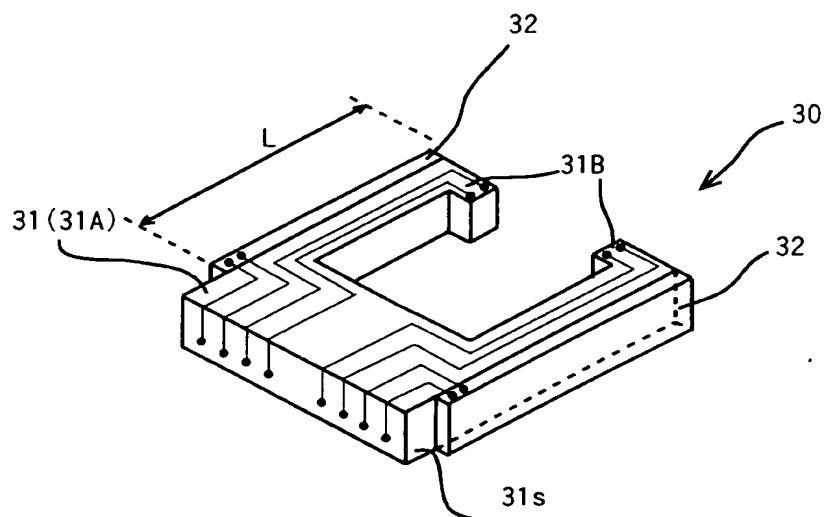
【図 1】



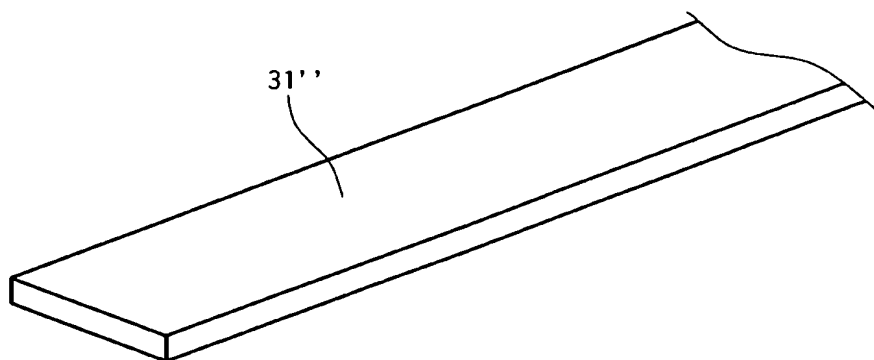
【図 2】



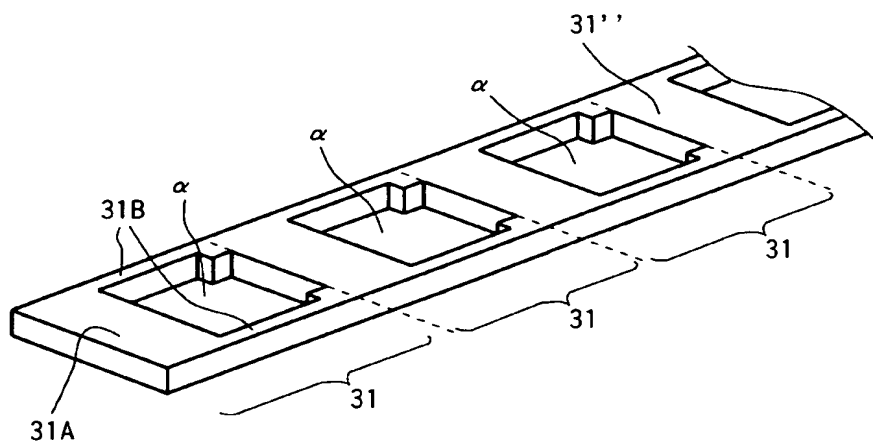
【図 3】



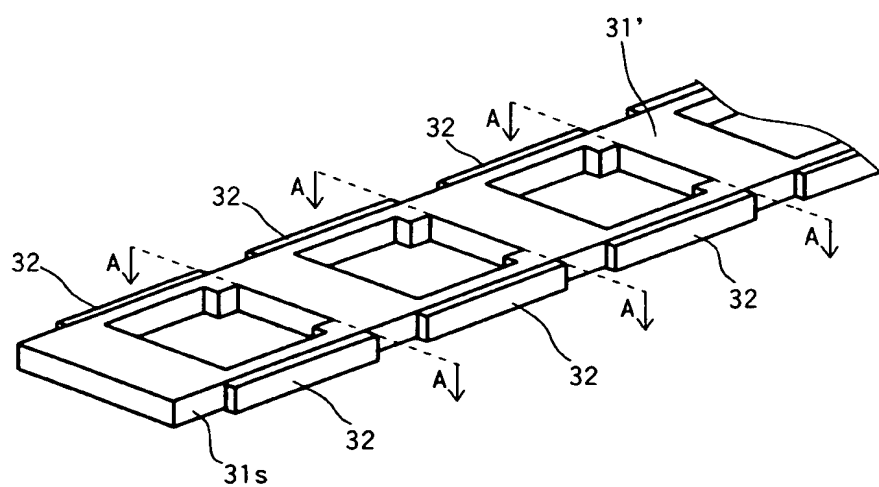
【図 4】



【図 5】

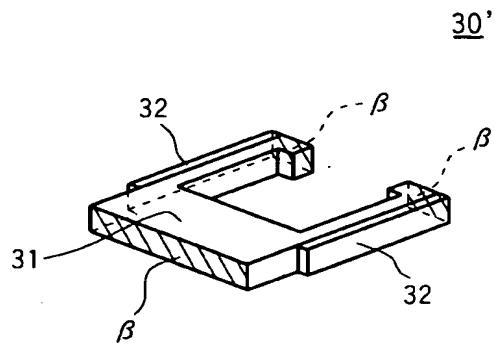


【図 6】

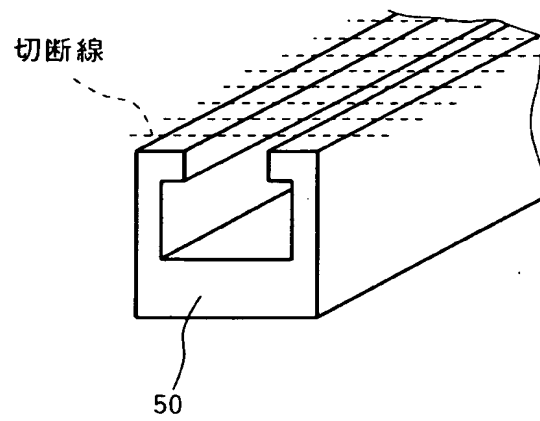




【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【目的】 脱粒を防止でき、十分な機械的強度を備えた磁気ヘッドアクチュエータ及びその製造方法を提供する。

【構成】 磁気ヘッド 21 を挟持する一対の可動アーム部 31B を備えたヘッド保持基板 31 と；各可動アーム部 31B に沿って固定され、電圧が印加されたとき一対の可動アーム部 31B を微動させる圧電素子 32 と；を有する磁気ヘッドアクチュエータ 30 において、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{B}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  のうち少なくとも 1 以上を組成中に含有するガラスセラミック焼成体によりヘッド保持基板 31 を形成し、さらに、このヘッド保持基板 31 に PZT 圧電材料を印刷法により形成して低温焼成することにより上記一対の圧電素子 32 を形成した。

【選択図】 図 3

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 0 3 0 2 5 8
受付番号	5 0 3 0 0 1 9 5 6 7 4
書類名	特許願
担当官	第八担当上席 0 0 9 7
作成日	平成 1 5 年 2 月 1 0 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成15年 2月 7日

次頁無

特願 2 0 0 3 - 0 3 0 2 5 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 1 0 0 9 8 ]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号

氏 名

アルプス電気株式会社